

УДК 631.67:621.647.2

Ф.І. ГОНЧАРОВ, канд. техн. наук, доц.,

В.М. ШТЕПА, канд. техн. наук, ст. викладач, НУБіП України, м. Київ

ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ЗАСОБИ ЗАХИСТУ ВОДНИХ ДЖЕРЕЛ ВІД НЕБЕЗПЕЧНИХ РЕЧОВИН В УМОВАХ ДІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

Розроблена методика створення на базі електролізера засобів захисту водних джерел від впливу небезпечних речовин мінерального і біологічного походження в умовах надзвичайних ситуацій.

The creation technique on base electrolyser protection frames of the water sources action of dangerous substances mineral and biological origin in the conditions of emergency situation is developed.

Актуальність проблеми.

Як свідчить світовий досвід розвитку подій внаслідок дії надзвичайних ситуацій (НС) техногенного та природного походження, за масштабом незворотних процесів та збитків, до пріоритетної загрози відносяться дії небезпечних речовин (НР) [1]. Непередбачуваність місця появи того чи іншого виду НР, некерованість динаміки зміни їх концентрацій, відсутність на існуючих виробничо-комунальних об'єктах засобів оперативного реагування для їх нейтралізації та вилучення [2] – робить навколишнє природне середовище незахищеним та вразливим.

Постановка проблеми.

При появі НР у повітрі, ґрунті або водному джерелі (ВД) у будь-якому місці України мають оперативно спрацювати заходи і засоби для їх безпечної нейтралізації та вилучення за межі зони небезпек, з мінімізацією наслідків можливої післядії. Враховуючі значні масштаби території країни, до складу таких заходів і засобів оперативної дії має бути включено єдиний мобільний комплекс для забезпечення безпеки людини і довкілля (МКЗЗОД) від НР при НС та стаціонарний комплекс підготовки території довкілля (СКЗЗОД) до появи НР при НС та сприйняття дії МКЗЗОД.

Мета досліджень.

Обґрунтування напрямків створення СКЗЗОД для розв'язання проблеми захисту водних джерел від дії НР при НС.

Матеріали досліджень. Сукупність пов'язаних між собою предметів і явищ для СКЗЗОД визначається послідовністю етапів прояву небезпек НР при НС. Рух НР при НС неминуче супроводжується їх потраплянням на поверхню території водних джерел. Усунення дії найбільш небезпечних радіоактивних НР (наприклад, зона ЧАЕС) відбувається зменшенням їх питомої площинної та об'ємної концентрації при тривалому переміщенні з поверхневих в глибинні шари водойм. Чим швидше будуть знешкоджені НР, тим менший час їх небезпечної дії на фауну і флору, тим менше поширення НР по поверхні і в об'ємі ВД, тим простіше подальше їх вилучення і утилізація.

В умовах прискорення розширення існуючого переліку НР новими їх видами, фізичної, хімічної, біологічної чи комбінованої природи походження, пошук сучасних рішень з використанням діючої класичної стратегії і тактики створення заходів і засобів захисту довкілля на основі традиційної класифікації: видів діючих НР; технологічних схем фізичної, хімічної та біологічної їх обробки; видів апаратів приготування реагентів, змішуючих пристроїв, апаратів фільтрації тощо, – не дають бажаного ефекту. Останнє свідчить про складність та неоднозначність задачі зменшення негативного впливу на довкілля НР при НС.

Проаналізуємо здатність сучасних класифікованих заходів і засобів очищення водних розчинів з відкритих водойм (при інших рівних умовах щодо рельєфу, гідрогеології, клімату, санітарних зон, обсягів споживання, вільного тиску тощо) під час дії НР при НС до якості "Питна вода", причому прояви НР визначаються в першу чергу непередбачуваністю їх видів та нелінійною динамікою зміни концентрацій на етапах водозабору, обробки і доставки очищеної води до водокористувача [3].

До основних традиційних заходів і засобів очищення води відносяться: відзважених речовин; від заліза та марганцю; видалення органічних забруднювачів (обезбарвлення, дезодорація); пом'якшення води; знесолення; видалення біологічних забруднювачів; корекція складу (лужність або кислотність, вміст Са, Р, І тощо).

Аналіз показав [4], що до основних недоліків сучасних, у тому числі закордонних, заходів та засобів протидії НС у водному господарстві можна віднести:

- відсутність на станціях очищення засобів контролю, лабораторного обладнання, методик, реагентів та фахівців для дослідження (виявлення) нових видів НР (бактерій, вірусів, мікробів, хімічних сполук) і продуктів їх життє-

діяльності – токсинів;

- відсутність на станціях очистки необхідних дезодоруючих, дезінфікуючих речовин та реагентів для знешкодження та вилучення з потоку новоутворених видів НР при НС;

- високу вартість реагентних схеми очистки та значних площ для реагентного господарства, змішувачів, відстійників та фільтрів;

- невирішеність питання подальшого застосування отриманих продуктів очистки;

- тривалий час осадження продуктів очистки (забруднювач + реагент), який становить 4 і більше години;

- залежність інтенсифікації процесів очистки від річних температурних режимів навколишнього середовища;

- велика енерго- та ресурсозатратність процесів обробки води (від виготовлення реагентів до вилучення продуктів очистки води);

- фактична неможливість реалізації ефективних автоматичних систем керування водоочисткою через багатофакторність та недослідженість за критерієм узгодження технологічних процесів.

Кожен із зазначених недоліків свідчить про непридатність сучасних заходів і засобів, об'єднаних у комплекси, для використання при очистці води від НР у випадку НС.

Зазначені недоліки можна укрупнити у дві групи:

1. відсутність технології та засобів нейтралізації НР у випадку НС при їх неконтрольованому надходженні;

2. некерованість небезпечних наслідків після вилучення продуктів нейтралізації з водного потоку.

Технологічні засоби, здатні усунути зазначені недоліки, являються основою СКЗЗОД. При пошуці рішення виокремили комплект фізичних методів інтенсифікації процесів очистки води: збільшення концентрації коагулянту і флокулянту в потоці, аерації, електролізу, накладення магнітних полів та дії ультразвуку. Відомо, що пропускання водного розчину через міжелектродний простір сприяє покращенню (інтенсифікації) якості очистки води, витрати електроенергії при цьому не перевищують 10 Вт/м^3 [3].

Встановлено, що фактично всі небезпечні властивості відомих НР хімічного і біологічного походження нейтралізуються при електролізі їх у водних розчинах у процесі розкладання на аніони і катіони. Ці процеси супроводжуються: адсорбцією на електродах неорганічних і органічних речовин, яку

можуть прискорювати та стримувати електрохімічні реакції; виділенням на електродах водню та кисню (електрофлотація); електрофорезом (рухом у воді зважених твердих та колоїдних частинок, газу) та іншими явищами. При цьому на динаміку розчинення електродів впливають фізико-хімічні, електричні і гідродинамічні фактори: рН, солевий склад води, температура, матеріал електродів, густина струму, частота зміни полярності, швидкість руху води в міжелектродному просторі тощо.

У міжелектродному просторі електролізера перенос зарядів колоїдних і зважених частинок, у зв'язку з їх малою рухливістю, – незначний [5]. В основному перенос заряджених елементів в міжелектродному просторі забезпечують катіони Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , аніони SO_4^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , та іони H^+ , OH^- , які містяться у воді.

З врахуванням, що електрохімічні процеси відносно легко піддаються автоматизації, в якості базового напрямку для забезпечення нейтралізації НР при НС використали електрохімічні технології. Для вилучення продуктів нейтралізації НР при НС застосували теорію утворення та поведінки у розчині колоїдних частинок під час коагуляції домішок води [3]. Саме такими властивостями наділені новоутворення при нейтралізації НР в електролізері. Для зменшення обсягів осаду бажано не вводити в потік для електролізу зайвих речовин.

Широкий спектр НР, які надходять до водного потоку при розчиненні, гідролізується. Взаємодіючи з гідроксильними іонами, що містяться у воді, внаслідок електролітичної дисоціації, ці солі утворюють малорозчинні основи, придатні для вилучення. Швидкість гідролізу прямопропорційна концентрації катіонів коагулянту. Згідно правила Вант-Гоффа, з підвищенням температури на кожні 10 °С швидкість гідролізу зростає в 2 – 4 рази.

Зазначені особливості знешкодження НР у водних розчинах були враховані при створенні рециркуляційного контуру у складі (рисунки): відцентрового насоса з ежектором на напірному патрубку; двостороннього електрогідроциклону, розділяючого потік на умовно легку та важку складові.

Легка складова потоку подається далі до багатокамерного електролізера-деаератору, з розчинним анодом та регулюючими елементами підводу до всмоктуючого патрубку відцентрового насоса катіонного чи аніонного потоку.

Важка складова потоку подається до фільтру з плаваючою загрузкою та автоматизованою промивкою (патент України на винахід № 81038).

Необхідною умовою для повного протікання гідролізу є видалення з області реакції новоутворених гідроксилів, а також зв'язування іонів водню в малодисоційовані молекули. Більш повному гідролізу піддаються коагулянти, що утворюють гідроксиди з меншою константою дисоціації (визначальним показником властивості електролітів дисоціювати на іони) або меншим добутком розчинності.



Рисунок – Електролізер рециркуляційного контуру захисту ВД від дії НР при НС

Висновок.

Представлена методика створення СКЗЗОД для захисту водних джерел від дії НР при НС за результатами випробування у дослідно-виробничих умовах засвідчує доцільність її подальшого дослідження та використання.

Список літератури: 1. Гончаров Ф.І. Проблеми використання забруднених небезпечними речовинами вод для зрошування / Ф.І. Гончаров, В.М. Штепа // Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2010. – № 1(17), <http://nd.nauu.kiev.ua/2010-1/10gfipds.pdf>. 2. Запольський А.К. Фізико-хімічні технології очищення стічних вод / А.К. Запольський. – К.: Вища школа, 2005. – 671 с. 3. Фрог Б.Н. Водоподготовка / Б.Н. Фрог, А.П. Шевченко. – М.: Издательство МГУ, 1996. – 680 с. 4. Гончаров Ф.І. Енерго- та ресурсозберігаюча схема системи водопостачання населених пунктів / Ф.І. Гончаров, В.М. Штепа // Наукові нотатки Луцького національного технічного університету. – Луцьк: ЛНТУ. – 2009. – С. 49 – 54. 5. Яковлев С.В. Технология электрохимической очистки воды / С.В. Яковлев, И.Г. Краснотодько, В.М. Рогов. – Л.: Стройиздат, 1987. – 154 с.

Надійшла до редколегії 03.03.10